نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 11، شماره 3، پاییز 1398، ص 825-807

Journal of Agroecology
Vol. 11, No.3, Fall 2019, p. 807-825

مقایسه اثرات زیست‌محیطی مدیریت پیشرو و مدیریت رایج در بوم‌نظام‌های زراعی گندم زمستانه دشت میامی شاهرود به‌روش ارزیابی چرخه‌حیات

محبوبه حجتی[1]، حمیدرضا اصغری[2]* و احمد اخیانی[3]

تاریخ دریافت: 96/02/16
تاریخ پذیرش:97/03/30

حجتی، م.، اصغری، ح.ر.، و اخیانی، ا. 1398. مقایسه اثرات زیست‌محیطی مدیریت پیشرو و مدیریت رایج در بوم‌نظام‌های زراعی گندم زمستانه دشت میامی شاهرود به‌روش ارزیابی چرخه حیات. بوم‌شناسی کشاورزی، 11 (3): 825-807.

چکیده

امروزه دستیابی به توسعه‌پایدار بوم‌نظام‌های کشاورزی که در آن محیط نیاز نسل حاضر و نسل آینده را تأمین نماید مورد توجه بسیاری از محققین و دانشمندان قرار گرفته است. بررسی تأثیرات بوم‌نظام‌های زراعی و اثرات مثبت و منفی آن از موارد مهم برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار می‌باشد . ارزیابی چرخه‌حیات روشی است که در آن اکثر اثرات زیست‌محیطی یک بوم‌نظام زراعی را مورد مطالعه و بررسی قرار می‌دهد. این مطالعه به‌منظور ارزیابی و مقایسه اثرات زیست‌محیطی نظام‌های با مدیریت پیشرو و رایج گندم‌های زمستانه دشت میامی (شاهرود)، به‌عنوان یکی از قطب‌های تولید گندم استان سمنان طی یک دوره پنج ساله با استفاده از روش ارزیابی چرخه‌حیات انجام شد. براساس استاندارد ISO_{14040}، ارزیابی چرخه‌حیات در چهار گام تعریف و اهداف، ممیزی چرخه‌حیات، ارزیابی تأثیر چرخه‌حیات (گرمایش جهانی، اسیدی شدن، اوتریفیکاسیون، تخلیه بالقوه منابع غیرزنده، سمیت و کاربری اراضی) و تلفیق و تفسیر نتایج محاسبه شد. نتایج نشان داد میزان مصرف نهاده‌ها در مدیریت رایج بوم‌نظام‌های زراعی و میزان عملکرد در هکتار برای بوم‌نظام‌های زراعی با مدیریت پیشرو بیش‌تر است. در بین شاخص‌های بررسی شده بالاترین شاخص بوم‌شناختی برای تخلیه سنگ فسفات در مدیریت رایج 1/06 برای تولید یک تن گندم زمستانه و برای مدیریت پیشرو 0/82 بود، اوتریفیکاسیون بوم‌نظام‌های خشکی برای مدیریت مزارع رایج و پیشرو به‌ترتیب با 0/15 و 11/ 0 برای تولید یک تن گندم زمستانه در رتبه دوم قرار گرفت. با توجه نتایج به‌دست آمده آثار منفی زیست‌محیطی بوم‌نظام‌های شامل مدیریت پیشرو کم‌تر بوده و شاخص بوم‌شناختی مدیریت پیشرو به اهداف توسعه پایدار نزدیک‌تر بود.

واژه‌های کلیدی: اوتریفیکاسیون، شاخص‌بوم‌شناختی، مصرف منابع

مقدمه

امروزه کشاورزی علاوه بر تأمین نیاز غذایی بشر با چالش حفاظت از محیط زیست و منابع طبیعی نیز روبرو می‌باشد. در سال‌های اخیر کشاورزی با تأکید بر مصرف سوخت‌های فسیلی (توسعه مکانیزاسیون) و نهاده‌های شیمیایی، به یکی از بزرگ‌ترین مصرف‌کنندگان انرژی و منابع‌طبیعی تبدیل شده و به دنبال آن اثرات بسیاری را به محیط وارد نموده است. تولید، نگهداری و توزیع محصولات کشاورزی سهم بزرگی در انتشار گازهای گلخآن‌های و تغییر اقلیم به‌عنوان بزرگ‌ترین چالش پیش روی انسان دارد (Cooper et al., 2011). دیگر مشکلات زیست‌محیطی هم‌چون انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی و پیامدهای آن نظیر اسیدی شدن و اوتریفیکاسیون حاصل استفاده از نهاده‌های مختلف در تولید محصولات کشاورزی است (Roy et al., 2005). این روند صعودی استفاده از نهاده‌ها و منابع به‌عنوان یکی از راه‌های افزایش عملکرد محصولات کشاورزی در واحد سطح موجب ایجاد نگرانی در جوامع علمی نیز شده است.

1، 2 و 3- به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد اگرواکولوژی و دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود و مربی مرکز تحقیقات کشاورزی استان سمنان (شاهرود)
(*- نویسنده مسئول: (Email: Hamidasghari@gmail.com
Doi:10.22067/jag.v11i3.64237

اگر چه هدف اغلب بوم‌نظام‌های کشاورزی، افزایش عملکرد است، امّا باید این نظام‌ها به‌گونه‌ای طراحی شوند که بتوانند از منابع- طبیعی و محیط زیست به طریقی استفاده کنند که علاوه بر تأمین نیاز نسل حاضر، نسل‌های آینده را نیز با کمبود منابع و محدودیت تولید روبرو نکند، هم‌چنین ثبات تولید را در بوم‌نظام زارعی تضمین نماید. بنابراین، دستیابی به سامانه‌های پایدار امری ضروری برای ادامه حیات بشر می‌باشد، بوم‌نظام‌های کشاورزی نیز همانند هر سامانه‌ای اثراتی مثبت و منفی بر محیط زیست خود وارد می‌کند، بررسی و مطالعه اثرات بوم‌نظام بر محیط زیست می‌تواند ما را در بهره‌گیری از مدیریت پایدار در راستای توسعه پایدار یاری کند.

ارزیابی اثرات زیست‌محیطی یکی از روش‌های مهم در دستیابی توسعه‌ی پایدار می‌باشد. بنابراین، برای ارزیابی اولیه اثرات محیطی فعالیت‌های کشاورزی بایستی به پایداری آن فعالیت در درازمدت توجه شود. این مسئله نباید نادیده گرفته شود که نهاده‌های مصرفی برای تولید محصولات کشاورزی اثرات زیست‌محیطی نیز بر جا می‌گذارند. لذا لزوم استفاده از روشی مناسب برای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی فعالیت‌های کشاورزی می‌تواند در دامنه‌ای از مقیاس‌ها تجزیه و تحلیل شود (OECD, 2001). روش‌های مختلفی به‌منظور ارزیابی آثار زیست‌محیطی وجود دارد (Schröder et al., 2003). که از جمله آن‌ها می‌توان به نقشه‌برداری خطرات زیست‌محیطی[1]، ارزیابی چرخه‌حیات[2]، ارزیابی اثرات زیست‌محیطی[3]، نظام چند عاملی[4] را نام برد (Khorramdel, 2012).

برخی از محققان (Brentrup et al., 2004a; b; Roy et al., 2005; Finkbeiner et al., 2006) رهیافت ارزیابی چرخه‌حیات را مناسب‌ترین رویکرد برای ارزیابی نسبی پایداری فعالیت‌های کشاورزی معرفی می‌نمایند. ارزیابی چرخه‌حیات روشی است که برای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی مرتبط با تولید محصول یا فرآیند خاص به‌وسیله محاسبه دو مؤلفه مصرف منابع و انتشار آلاینده‌ها به محیط‌زیست تعیین می‌شود (Roy et al., 2005). یکی از ویژگی‌های بارز روش ارزیابی چرخه‌حیات این است که تمامی اثرات مورد مطالعه به یک واحد خاص از محصول مورد مطالعه مرتبط شده و در نهایت برای محصول یک شاخص زیست‌محیطی به‌دست می‌آید (Mirhaji et al., 2012).

اهمیت روز افزون این نوع ارزیابی باعث شد که روش مربوط به آن به‌سرعت توسعه یابد؛ به‌طوری‌که در طی سال‌های 1997 تا 2000 میلادی سازمان استاندارد جهانی سه دستورالعمل اختصاصی به‌ترتیب مرسوم به (ISO14040،ISO14041 و ISO14042) را برای اجرای LCA تدوین کرد (Finkbeiner et al., 2006; ISO, 2006). محققین بر این باورند که محاسبه LCA می‌تواند مشکلات فرآیندهای نظام تولیدی از قبیل میزان مصرف منابع و تغییر کاربری اراضی را نیز مشخص و مرتفع نماید (Brentrup et al., 2004a; b).

مدیریت پیشرو در کشاورزی نوعی از مدیریت است که سعی دارد تا مسائل زیست‌محیطی را که نتیجه فعالیت کشاورزی هم‌چون استفاده از آفت‌کش‌ها و کود را به حداقل رسانده و علاوه بر آن با افزایش بهره‌وری از منابع آب و خاک و کاهش ضایعات آن، ضریب بهینه محصولات کشاورزی را افزایش دهد. بدیهی است مدیریت پیشرو به‌دلیل استفاده از تکنولوژی و ابزار پیشرفته مزارع وسیع را طلب می‌کند. کشاورزان در مزارع پیشرو تحت نظارت کارشناسان جهاد کشاورزی و انجام آزمایشات خاک و بررسی شرایط مزرعه به استفاده از نهاده‌های شیمیایی و آلی متناسب با خاک و شرایط مزرعه، زمان مناسب مبارزه با علف‌های هرز و بیماری‌ها، مدیریت آبیاری و اقدامات لازم جهت کاشت، داشت و برداشت نمودند. هم‌چنین مزارع با مدیریت پیشرو به‌دلیل بهره‌وری مطلوب‌تر ماشین‌آلات دارای سطح زیر کشت بالاتری نسبت به مزارع پیشرو بود.

گندم و نان از مهم‌ترین محصولات غذایی بشر در سراسر جهان است که به‌دلیل اهمیت این محصول مطالعات LCA در زمینه مراحل مختلف تولید (دانه گندم، آرد و نان)، تکنولوژی فرآوری و نیز بسته- بندی و توزیع نان انجام شده است (Braschat et al., 2003; Andersson et al., 1994). بررسی اثرات زیست‌محیطی مقادیر شاخص بوم‌شناختی، در شرایط مصرف سطوح نیتروژن کم‌تر از 150 کیلوگرم در هکتار در حدود 0/22 تا 0/26 به‌ازای هر تن دانه گندم بود و با افزایش مقدار مصرف نیتروژن از 200 تا 390 کیلوگرم در هکتار،شاخص بوم‌شناختی این محصول افزایش یافت (Brentrupet et al., 2004b). تخلیه منابع غیرقابل تجدید (سوخت‌های فسیلی و منابع P و K) در نظام‌های پرنهاده معادل و تقریباً 1/8 برابر نظام‌های کم‌نهاده بود این در حالی است که بر اساس واحد عملکرد مقدار این انرژی در نظام‌های پرنهاده تنها ده درصد بیش‌تر از نظام کم‌نهاده بود

1- Environmental risk mapping (ERM)
2- Life cycle assessment (LCA)
3- Environmental impact assessment (EIA)
4- Multi-agent system (MAS)

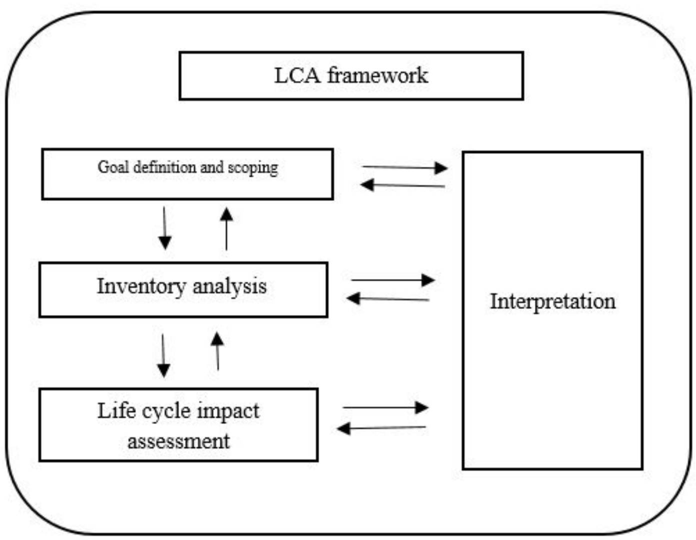
(Nassiri Mahalati et al., 2018).

دشت میامی (شاهرود) با سطح زیر کشت 14900 هکتار زاعت گندم،که 8700 هکتار آن به‌صورت دیم و 6200 هکتار به‌صورت آبی کشت می‌شود. یکی از مهم‌ترین قطب‌های تولید غلات به‌ویژه گندم در استان سمنان می‌باشد. این مطالعه به‌منظور بررسی اثرات زیست-محیطی و تخلیه منابع نظام‌های تولیدی گندم در دشت میامی (شاهرود) در گروه‌های تأثیر گرمایش جهانی، اسیدی‌شدن، اوتریفیکاسیون در محیط‌های خشکی، سمیت‌زایی، تخلیه‌منابع غیرزنده و تغییر کاربری اراضی با استفاده از روش ارزیابی چرخه‌حیات صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در دشت میامی واقع در 65 کیلومتری شمال شرق شهرستان شاهرود انجام شده است. آب‌وهوای این منطقه در تابستان گرم‌وخشک و در زمستان سرد و معتدل می‌باشد. اطلاعات استفاده‌شده در این مطالعه از طریق پرسشنامه، مطالعه اسنادی و کتابخانه‌ای و مصاحبه جمع‌آوری شد. پرسشنامه‌ها توسط کارشناسان جهادکشاورزی و کشاورزان بومی منطقه جهت تکمیل اطلاعات در زمینه‌های مختلف تکمیل گردید.

بر اساس روش ارائه شده در ایزو 14044 روش ارزیابی چرخه‌حیات در چهار گام تعریف اهداف و حوزه عمل مطالعه؛ ممیزی چرخه‌حیات، ارزیابی تأثیر چرخه‌حیات و تلفیق و تفسیر نتایج محاسبه و تعیین شد (Brentrup et al., 2004) (شکل 1).



شکل1- چهارچوب ارزیابی چرخه‌حیات (ایزو 14040؛ 1997)

Fig. 1- Life cycle assessment framework (ISO 14040, 1997)

مرحله اول-تعریف اهداف و حوزه عمل مطالعه[1]

تعیین هدف و مشخص کردن چهارچوب کلی از قبیل تعیین واحد کارکردی، مرزهای سامانه و دامنه اثر می‌باشد (Brentrup et al., 2004a). سامانه مورد مطالعه در این پژوهش مرز مزرعه تولید دانه گندم می‌باشد و نهاده‌های ورود پیدا کرده به این محدوده و دانه تولید شده در این محدوده مورد ارزیابی و محاسبه قرار می‌گیرد. واحد عملکردی برابر یک تن دانه بخشی از تولید شده تعیین گردید.

1- Objectives and definition of scope

مرحله دوم- ممیزی چرخه‌حیات[1]

در این مرحله میزان نهاده‌های مصرفی و آلاینده‌های انتشار یافته ناشی از کارکرد بوم‌نظام تولید گندم زمستانه تعیین و بر حسب واحد کارکردی (یک تن دانه) محاسبه شدند (Brentrup et al., 2001). اثرات زیست‌محیطی بوم‌نظام‌های تحت بررسی شامل انتشار به اتمسفر، خاک و آب بر اساس استانداردهای بین‌المللی برآورد گردید (Finkbeiner et al., 2006).

نهاده‌های مصرفی در بوم‌نظام‌های زراعی: نهاده‌های مصرف شده در بوم‌نظام‌های زراعی گندم سوخت‌های فسیلی، و مصرف مواد معدنی هم‌چون کودهای فسفر و پتاسیم و کودهای نیتروژن دار بود.

آلاینده‌های انتشاریافته در بوم‌نظام‌های زراعی: از جمله آلاینده‌های انتشار یافته به محیط زیست از سوخت‌های فسیلی گازهایی شامل دی‌اکسیدکربن، اکسید نیتروس و متان که تأثیرات گلخانه‌ای در اتمسفر داشته می‌باشد به‌ازای سوخت یک لیتر گازوئیل 2/73 کیلوگرم CO_2، $18/1\times10^{-6}$ کیلوگرم N_2O، 173×10^{-6} کیلوگرم CH_4، $22/2\times10^{-3}$ کیلوگرم NO_x و 4×10^{-3} کیلوگرم SO_2 منتشر می‌شود (Tzilivakis et al., 2005).

مهم‌ترین آلاینده‌های انتشار یافته از نیتروژن با منبع کود اوره شامل NH_3، NO_x و N_2O می‌باشد. طبق مطالعات بیان شد ضریب انتشار آمونیاک برابر 17 درصد از نیتروژن به‌کار رفته در قالب کود اوره به‌صورت تصعید می‌باشد (Goebes et al., 2003). انتشار N_2O به اتمسفر تحت تأثیر دو پدیده نیترویفیکاسیون و دنیتریفیکاسیون در خاک ایجاد می‌شود، در حالی‌که شرایط آب‌وهوایی و مدیریت مزرعه بر این موضوع تأثیرگذار است (Mirhaji et al., 2012). مطابق گزارش مجمع بین‌المللی تغییرات آب‌وهوایی در سال 2006 میلادی، یک درصد از کل نیتروژن مصرف شده به‌صورت کود اوره در هکتار به فرم N_2O انتشار یافت (Snyder et al., 2009). میزان انتشار NO_x به اتمسفر برابر 10 درصد میزان N_2O در نظرگرفته شد (Gasol et al., 2007).

تلفات فسفر ناشی از فرسایش خاک صفر در نظر گرفته می‌شود، فرض می‌شود فرسایش خاک رخ نمی‌دهد (Soltani et al., 2010).

مرحله سوم- ارزیابی تأثیر چرخه‌حیات[2]

هدف از این مرحله تجزیه و تحلیل ورودی‌ها و خروجی‌های سامانه تولید رایج و پیشرو گندم زمستانه به‌دست آمده از مرحله ب بوده و به این منظور، برای هر یک از گروه‌های آثار زیست‌محیطی، فاکتور مشخص‌سازی[3] تعیین گردیده و سپس این داده‌ها نرمال‌سازی و وزن‌دهی شدند (Khorramdel, 2012). براساس ISO گروه‌های تأثیر شامل موارد زیر هستند (Brentrup et al., 2004a; Finkbeiner et al 2006).

گرمایش جهانی

پتانسیل گرمایش جهانی[4] برای بیان میزان مشارکت انتشار انواع گازها از نظام‌های کشاورزی در بروز مشکلات زیست‌محیطی و تغییر- اقلیم مورد استفاده قرار می‌گیرد (Brentrup et al., 2004b). گازهای گلخانه‌ای اصلی در مطالعات کشاورزی شامل CO_2، CH_4 و NO_x می‌باشند که در محاسبات مربوط به این گروه براساس معادل CO_2 یکسان‌سازی شدند (جدول 1) (ISO, 1997).

اسیدی شدن

این شاخص با بررسی میزان ورودی املاح و ترکیبات معدنی به خاک و بر اساس SO_2که به‌صورت کیلوگرم در واحد معادل به‌ازای کارکرد بیان می‌شود یکسان‌سازی شدند (جدول 1) (Brentrup et al., 2004b).

اوتریفیکاسیون

میزان تأثیر این شاخص در بوم‌نظام‌های خشکی با برآورد NH_3 و NO_x محاسبه می‌شود (جدول 1) (Brentrup et al., 2004b).

تخلیه بالقوه منابع غیرزنده

در این شاخص میزان سوخت‌های فسیلی و منابع معدنی (سنگ فسفات، سنگ پتاسیم و ....) مصرف‌شده در سامانه تولیدی مورد ارزیابی قرار داده شد (Brentrup et al., 2004b).

1-Life cycle inventory (LCI)

2-Life cycle impact assessment (LCIA)
3-Characteristic factor(CF)
4-Global warming potential

سمیت

این گروه تأثیر شامل کلیه مواد سمی تولید شده در اثر کارکرد بوم‌نظام زراعی تحت بررسی است که برای سلامت انسان و بوم‌نظام‌ها مضر می‌باشند. این گروه در مطالعات کشاورزی شامل آلوده‌کننده‌های معدنی (NH_3، SO_2 و NO_x)، سموم حفاظت از گیاهان و فلزات سنگین می‌باشد (Brentrup et al., 2004b) که توسط دو شاخص مسمومیت انسانی و اکوسیستمی ارزیابی شد (Khorramdel, 2012). تأثیر آلوده‌کننده‌های معدنی در سایر گروه‌های اثرات زیست‌محیطی مورد ارزیابی قرار گرفت و از بین فلزات سنگین تنها کادمیم (به‌عنوان ناخالصی در کودهای فسفره) مطالعه شد (Khorramdel, 2012).

کاربری اراضی

این شاخص با پتانسیل تخریب طبیعت طی یک دوره معرفی و با استفاده از ضریب تخریب منابع طبیعی برآورد شد (Brentrup et al., 2002). به این ترتیب، ابتدا شش گروه فوق ممیزی و تأثیر کارکرد سامانه‌های تولید گندم زمستانه رایج و پیشرو به‌صورت کمّی تعیین شد.

طبقه‌بندی گروه‌های تأثیر

این گروه‌های تأثیر که بسته به ماهیت ممکن است منبع (R) یا عوامل انتشار یافته (E) باشند در ضریب تأثیر مربوطه ضرب و تأثیر آن‌ها به‌ازای واحد کارکردی مشخص شد (معادله 1) (Brentrup et al., 2004a). در این مرحله کارایی یا عامل طبقه‌بندی هر ترکیب در ایجاد اثر مربوطه نیز، در جدول 1 آورده شده است، با ضرب میزان منبع یا عامل انتشار یافته در عامل طبقه‌بندی و جمع آن‌ها، در نهایت برای هر گروه تأثیر، یک شاخص طبقه‌بندی به‌دست می‌آید (Mirhaji et al., 2012).

$$Ii = \sum (R_j, E_j) \times CF_{ij} \quad \text{(1)}$$
معادله (1)

نرمال‌سازی گروه‌های تأثیر

این مرحله در ارزیابی چرخه‌حیات اختیاری می‌باشد، از آن‌جا که پس از انجام مرحله طبقه‌بندی نمی‌توان به اهمیت مقادیر به‌دست آمده پی برد، لذا در این مرحله سهم اثرات زیست‌محیطی بوم‌نظام‌های مورد مطالعه در کل اثرات زیست‌محیطی یک منطقه تعیین می‌شود، به عبارت دیگر، در مرحله نرمال‌سازی نتایج مرحله قبل در گستره یک منطقه تقسیم می‌شود تا به اهمیت داده‌های مرحله قبل، پی برده و هم داده‌ها بدون واحد شده و برای مرحله وزن‌دهی آماده گردند (Mirhaji et al., 2013). در این سهم تأثیرات زیست‌محیطی مورد مطالعه در کل آثار زیست‌محیطی یک منطقه با استفاده از معادله 2 محاسبه شد (Brentrup et al., 2004a).

$$N_i = \frac{I_i}{I_{i,ref}}$$
معادله (2)

که در این معادله، N_i: شاخص نرمال گروه تأثیر i به‌ازای واحد کارکردی، I_i: شاخص محاسبه‌شده (غیرنرمال) گروه تأثیر i و $I_{i,ref}$: شاخص گروه تأثیر در شرایط مرجع می‌باشد.

وزن‌دهی گروه‌های تأثیر

سپس شاخص‌های نرمال‌سازی شده هر یک از گروه‌های تأثیر براساس کارایی که برای آسیب زدن به محیط زیست دارند در فاکتور وزن‌دهی مربوطه ضرب می‌شود، تا شاخص نهایی هر گروه تأثیر به‌دست آید. فاکتورهای وزن‌دهی در جدول یک آورده شده است. اثرهای گوناگون محیطی را براساس پتانسیل آن‌ها در آسیب به محیط بر اساس دستورالعمل ISO و استفاده از ضرایب موجود در منابع وزن‌دهی با استفاده از معادله 3 وزن‌دهی محاسبه شد (Khorramdel et al., 2014).

$$W_{ijk} = \frac{C_{ijk}}{T_{ijk}}$$
معادله (3)

که در این معادله، W_{ijk}: وزن مربوط به شاخص i در منطقه j در سال k، C_{ijk}: مقدار فعلی شاخص i در منطقه j در سال k و T_{ijk}: مقدار هدف برای شاخص i در منطقه j و در سال k می‌باشد.

مرحله چهارم- تلفیق و تفسیر نتایج:

در آخرین مرحله، شاخص زیست‌محیطی که معیار نهایی LCA می‌باشد با استفاده از معادله 4 محاسبه شد (Brentrup et al., 2004a).

$$EcoX = \sum N_i \times W_i$$
معادله (4)

که در این معادله، $EcoX$: شاخص زیست‌محیطی به‌ازای واحد کارکردی، N_i: مقدار نرمال‌شده هر گروه تأثیر و W_i: وزن مربوط به هر یک از مقادیر N_i می‌باشد.

و در نهایت، اثرات زیست‌محیطی بوم‌نظام‌های تولید رایج و پیشرو گندم زمستانه در دشت میامی با استفاده از LCA روش بررسی شد.

جدول 1- فاکتور مشخص‌سازی گروه‌های تأثیر مورد مطالعه (Brentrup et al., 2004b; Wang et al., 2010)

Table 1- Characterization factor for each studied impact category (Brentrup et al., 2004b; Wang et al., 2010)

ماده Substance (kg)	عامل مشخص‌سازی Characterization factor	عامل نرمال‌سازی Normalization factor	عامل وزن‌دهی
پتانسیل گرمایش جهانی Global warming potential (in kg CO_2 equivalent per kg emission)			
دی‌اکسید کربن CO_2	1		
متان CH_4	21	9730	1.06
اکسید نیتروس N_2O	310		
پتانسیل اسیدی شدن Acidification potential (in kg SO_2 equivalent per kg emission)			
ماده Substance (kg)	**عامل مشخص‌سازی Characterization factor**	**عامل نرمال‌سازی Normalization factor**	**عامل وزن‌دهی Weighting factor**
دی اکسید گوگرد SO_2	0.22		
اکسیدهای نیتروژن NO_x	0.10	52.25	0.21
آمونیاک NH_3	0.27		
پتانسیل اختناق دریاچه در بوم‌نظام‌های خشکی Terrestrial eutrophication potential (in kg SO_2 equivalent per kg emission)			
ماده Substance (kg)	**عامل مشخص‌سازی Characterization factor**	**عامل نرمال‌سازی Normalization factor**	**عامل وزن‌دهی Weighting factor**
اکسیدهای نیتروژن NO_x	0.52	63	0.3
آمونیاک NH_3	2.00		
پتانسیل تخلیه بالقوه منابع غیرزنده Depletion of abiotic resources potential (in kg or m^3)			
ماده Substance (in kg or m^3)	**عامل مشخص‌سازی Characterization factor**	**عامل نرمال‌سازی Normalization factor**	**عامل وزن‌دهی Weighting factor**
گازوئیل Gasoline	42.86	56877.88	0.16
سنگ فسفات P_2O_5	0.25	7.66	1.2
سنگ پتاس K_2O	0.105	8.14	0.3
پتانسیل ایجاد سمیت برای انسان و بوم‌نظام‌های خشکی Human toxicity and eco-toxicity potential (in kg cadmium equivalent per kg emission to soil)			
سمیت برای انسان Human toxicity (Daly[1])	3.98×10^{-3}	7.50×10^{-3}	0
بوم‌نظام خشکی Terrestrial ecotoxicity (kg 1,4 DCB[2]-equiv)	1.7×10^{2}	1.15×10^{2}	0
پتانسیل کاربری اراضی (معادل تخریب منابع طبیعی) Land use potential (in naturalness degradation)			
اشغال زمین Intensive arable land	0.8	1.86×10^{4}	1

1- Disability adjusted life-years

2- 1, 4-Dichlorobenzene-equivalents

نتایج و بحث

بیش‌ترین عملکرد در بوم‌نظام‌های بامدیریت پیشـرو و میـانگین 5/4 تن درسال برای یک هکتار مشاهده شد؛ در حالی‌که در بوم‌نظام‌های با مدیریت رایج میانگین 4/3 تن در هکتار برای یک سال زراعی گزارش شد. میانگین میزان مصرف نهاده‌ها بـه‌ازای یـک تـن گنـدم زمستانه در نظام تولید رایج و پیشرو گندم در دشت میامی در جدول 2 نشان داده شده است.

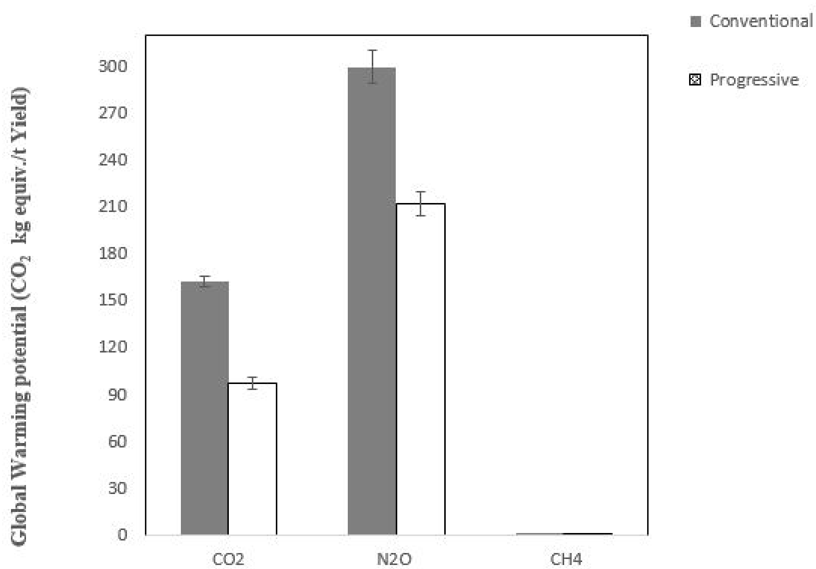
جدول 2- مقدار ورودی و خروجی در بوم‌نظام‌های رایج و پیشرو تولید گندم زمستانه به‌ازای یک هکتار

Tabel 2- Input and output of winter wheat in agroecosystems conventional and progressive per ha

		میزان ورودی و خروجی	ورودی
	ورودی **Input**	نظام پیشرو **Agroecosystem conventional**	نظام رایج **Agroecosystem progressive**
	سوخت Fuel (l)	188.5	250.50
کود شیمیایی **Chemical fertilizers (kg or l)**	الف) فسفر A) Phosphorus	110	120
	ب) پتاسیم B) Potassium	120	136
	ج) نیتروژن C) Nitrogen	370	400
	د) انواع ریز مغذی D)micronutrient	0.76	1.2
سموم شیمیایی **Chemical biocides (l)**	الف) علف‌کش A) Herbicide	0.30	1.5
	ب) حشره‌کش B) Insecticide	0.53	0.75
بذر **Seed (kg)**		222	194
خروجی **Output**			
	عملکرد **Yield (ton)**	5.40	4.30

پتانسیل گرمایش جهانی: میزان انتشار گازهای گلخانـه‌ای مؤثر در بوم‌نظام‌های زراعی مـورد مطالعـه برابـر 461/98 و 309/48 واحد معادل کیلوگرم CO_2 به‌ترتیب برای مدیریت رایج و پیشرو مزارع گندم محاسبه شد. بالاترین میزان انتشار آلاینده‌های این گروه تـأثیر شامل CO_2،CH_4 و N_2O برای بوم‌نظـام زراعـی بـا مـدیریت رایـج به‌ترتیب برابر 162/6، 0/22 و 299/70 واحد معـادل کیلـوگرم CO_2 به‌ازای یک تن گندم تولیدی می‌باشد و بالاترین میـزان انتشـار ایـن آلاینده‌ها برای بوم‌نظام‌های زراعی تحت مدیریت پیشـرو بـه‌ترتیـب شامل 97/32، 0/13 و 212/03 می‌باشد (شکل 2). در شرایط گرگان برای تولید هر تن گندم 620 کیلوگرم معادل دی‌اکسیدکربن گازهای گلخانه‌ای به اتمسفر آزاد می‌گردد (Soltani et al., 2010). پتانسیل گرمایش‌جهانی بوم‌نظام‌های زراعی گندم به‌ازای یـک تـن محصـول تولیدی 252/09 کیلوگرم دی‌اکسید کربن انتشار گازهای گلخانـه‌ای به محـیط در شـرایط مرودشـت گـزارش کردنـد (Mirhaji et al., 2013). پتانسیل گرمایش جهانی گازهای گلخانه‌ای برای تولید یک تن بنه زعفران در شرایط خراسان برابر 1128 کیلوگرم دی‌اکسیدکربن گزارش شده است (Mollafilabi et al., 2014). هم‌چنین میرحاجی و همکاران پتانسیل گرمایش‌جهانی برای یک تن چغندرقنـد را 22/9 کیلوگرم دی‌اکسیدکربن گزارش کردنـد (Mirhaji et al., 2012). از عوامل مهم تولید و انتشار گازهای گلخانه‌ای در بوم‌نظام‌های زراعـی

مربوط به مصرف منابع فسیلی، ماشین‌آلات استفاده شده در مراحل مختلف قبل از کاشت، کاشت، داشت و برداشت و قسمت اعظمی نیز در تولید کودهای شیمیایی تولید می‌شوند (Brentrup et al., 2002; Moudrý et al., 2013). مصرف کودهای شیمیایی به‌ویژه کودهای نیتروژنه از مهم‌ترین دلایل انتشار گازهای گلخانه‌ای از بوم‌نظام‌های زراعی می‌باشد (Bouwman, 1990). غلظت N_2O اگرچه در اتمسفر بسیار کم می‌باشد امّا پتانسیل گرمایشی آن 310 برابر گاز CO_2 است (Crutzen, 1998). هم‌چنین از مهم‌ترین عوامل انتشار N_2O مصرف کودهای شیمیایی به‌خصوص کودهای نیتروژن‌دار می‌باشد (Brentrup et al., 2004a). یکی از دلایل انتشار CH_4 در بوم‌نظام-های زراعی ناشی از مصرف کودهای دامی و ایجاد شرایط غرقابی می‌باشد (Mollafilabi et al., 2014). اگر چه غلظت CH_4 در اتمسفر بسیار کم‌تر از CO_2 می‌باشد، ولی پتانسیل گرمایش جهانی آن 21 برابر بیش‌تر از CO_2 است (FAO, 2003). میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای بین نظام‌های مختلف گیاهی بسته به شرایط اقلیمی و خاکی متفاوت می‌باشد و نوع مدیریت تأثیر زیادی بر میزان انتشار این گازها دارد (Barton et al., 2008).

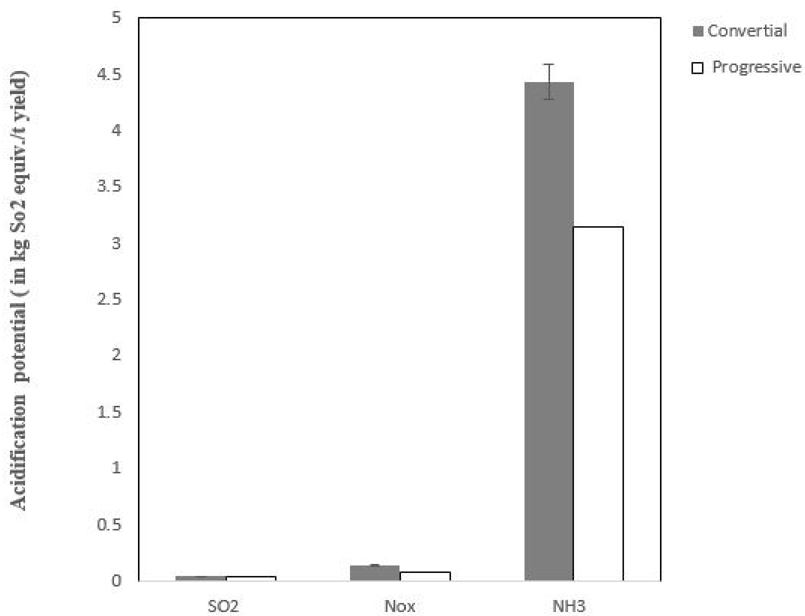


شکل 2- پتانسیل گرمایش جهانی گازهای گلخانه‌ای (معادل CO_2 کیلوگرم به‌ازای یک واحد کارکردی نظام‌های رایج و پیشرو تولید گندم زمستانه در دشت میامی

Fig. 2- Global warming potential (in CO_2 per functional unit) agroecosystem in conventional and progressive of winter Wheat in Mayamey plain

اسیدی شدن: بالاترین پتانسیل اسیدی شدن در بوم‌نظام‌های زراعی با مدیریت‌های متفاوت رایج و پیشرو به‌ترتیب 4/43 و 3/13 واحد معادل کیلوگرم به‌ازای یک تن گندم تولیدی محاسبه شد. افزایش مصرف کودهای نیتروژنه از طریق انتشار آلاینده‌های NH_3 و NO_x باعث تشدید پتانسیل اسیدی شدن می‌گردد (Mollafilabi et al., 2014). برخی از محققان دلیل این انتشار را به تبخیر نیتروژن به فرم آمونیاک پس از کاربرد آن در بوم‌نظام‌های زراعی به‌ویژه در شرایط مصرف بالای این عنصر نسبت دادند (Fallahpour et al., 2012). بالاترین میزان اسیدی شدن در گندم آبی (1/95 واحد معادل دی‌اکسیدگوگرد به‌ازای یک تن دانه را برای سطح 180-160 کیلوگرم نیتروژن در هکتار) و دیم (1/70 واحد معادل دی‌اکسیدگوگرد به‌ازای یک تن دانه را برای سطح کودی بالاتر از 40 کیلوگرم) در استان خراسان می‌باشد (Fallahpour et al., 2012). در بوم‌نظام‌های زراعی بررسی‌شده با نظر به اینکه انتشار سه ماده NO_X، SO_2 و NH_3 به‌ترتیب برای بوم‌نظام‌های رایج 0/04، 0/14 و 4/43 بوده و برای بوم‌نظام‌های زراعی پیشرو 0/04، 0/09 و 3/13 می‌باشد. این در

حالی است که این شاخص برای بوم‌نظام‌های زراعی رایج با توجه به میانگین کود مصرفی بیش‌تر نسبت به بوم‌نظام‌هایی با مدیریت پیشرو بیش‌تر می‌باشد. این نتایج نشان می‌دهد، در صورتی‌که از شیوه‌های علمی و به‌صورت محاسبه‌شده از کودهای شیمیایی به‌خصوص کودهای نیتروژن‌دار با توجه به شرایط اقلیمی و خاکی استفاده کنیم می‌توانیم این شاخص را نیز به‌صورت محسوسی کاهش دهیم. می‌توان به این نکته اشاره کرد که اثرات زیست‌محیطی همیشه تأثیرات منفی نداشته‌اند و در خاک‌های منطقه مورد مطالعه که قلیایی هستند این گروه تأثیر دارای اثرات مثبتی می‌باشد.

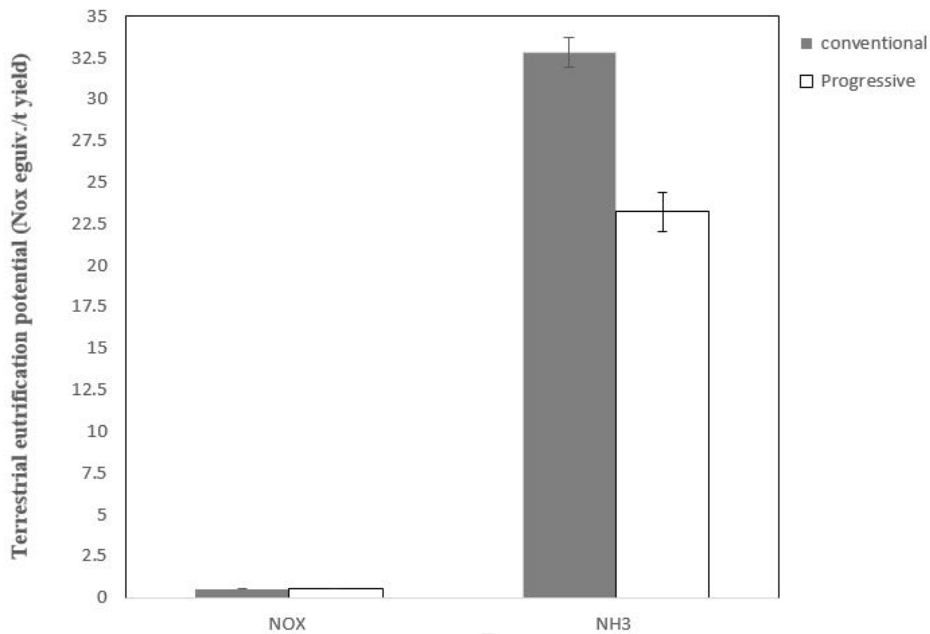


شکل 3- پتانسیل اسیدی شدن (معادل SO_2 کیلوگرم به‌ازای یک واحد کارکردی) نظام‌های رایج و پیشرو تولید گندم زمستانه در دشت میامی

Fig. 3- Acidification potential (in SO_2 per functional unit) agroecosystem conventional and progressive of winter Wheat in Mayamey plain

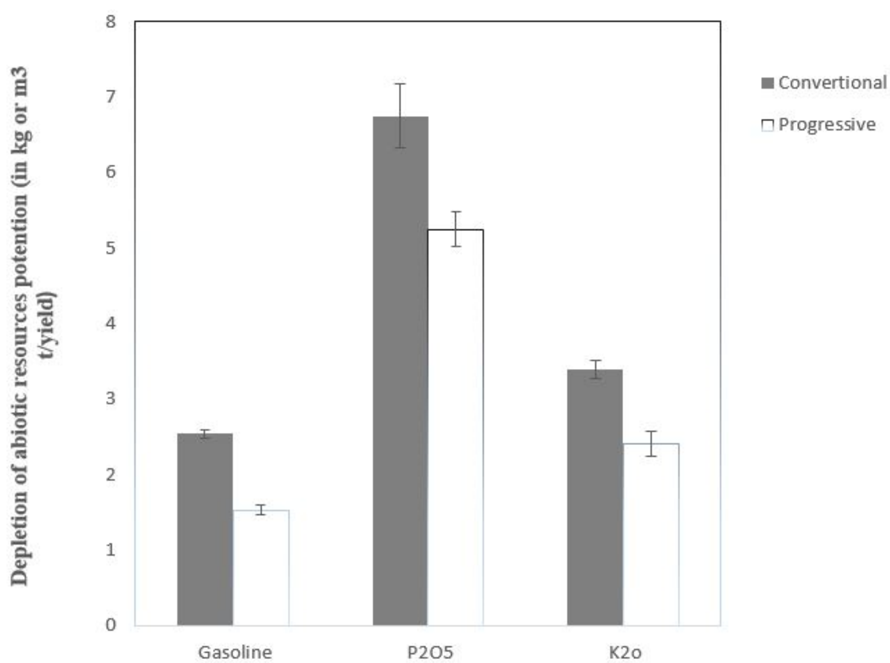
اوتریفیکاسیون خشکی: اثرات پتانسیل اوتریفیکاسیون خشکی بوم‌نظام‌های زراعی تولید گندم زمستانه برحسب انتشار NO_x و NH_3 در بوم‌نظام‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت و بیش‌ترین میزان این آلاینده‌ها به‌ترتیب در بوم‌نظام زراعی رایج 33/35 و برای بوم‌نظام زراعی پیشرو 23/75 به‌ازای انتشار یک کیلوگرم NO_x محاسبه شد. هم‌چنین میزان انتشار NH_3 و NO_X به‌تفکیک بوم‌نظام‌های زراعی در شکل 4 نشان داده شده است. میزان انرژی غیرقابل تجدید (سوخت‌های فسیلی) مورد استفاده در تولید یک تن گندم در گرگان 6640 مگاژول برآورد گردید (Soltani et al., 2010). در بررسی اثرات زیست‌محیطی تولید بادام زمینی در استان گیلان میزان تخلیه منابع فسفات و پتاسیم را به‌ترتیب 1/70 و 0/66 گزارش نمودند (Nikkhah et al., 2014). با نظر به اینکه این شاخص نیز وابستگی زیادی به استفاده از کودهای نیتروژن‌دار و مصرف سوخت دارد مزارعی که از ماشین‌آلات با کارایی بیش‌تر و مصرف سوخت کم‌تر استفاده کردند و به‌صورت آگاهانه از کودهای نیتروژن‌دار استفاده کردند دارای پتانسیل کم‌تری بوده است. انتخاب و استفاده از مقادیر و انواع کودهای شیمیایی بایستی با دقت و به‌صورت بهینه انجام گیرد تا از انتشار آلاینده‌ها به اتمسفر و آب‌های زیرزمینی جلوگیری شود (Romero-Gomez et al., 2012).

پتانسیل تخلیه بالقوه منابع غیرزنده: برای این گروه تأثیر سهم مصرف منابع غیرقابل تجدید شامل مصرف میزان گازوئیل (مترمکعب)، سنگ فسفات (کیلوگرم P_2O_5) و پتاس (کیلوگرم K_2O) به‌ازای تولید یک واحد کارکردی کمی می‌شود (Khorramdel, 2012).



شکل 4- پتانسیل اوتریفیکاسیون معادل کیلوگرم (NO_X به‌ازای یک واحد کارکردی) در نظام‌های رایج و پیشرو تولید گندم زمستانه در دشت میامی

Fig. 4- Terrestrial eutrophication potential (in NO_x per functional unit) agroecosystem conventional and progressive of winter wheat in Mayamey plain

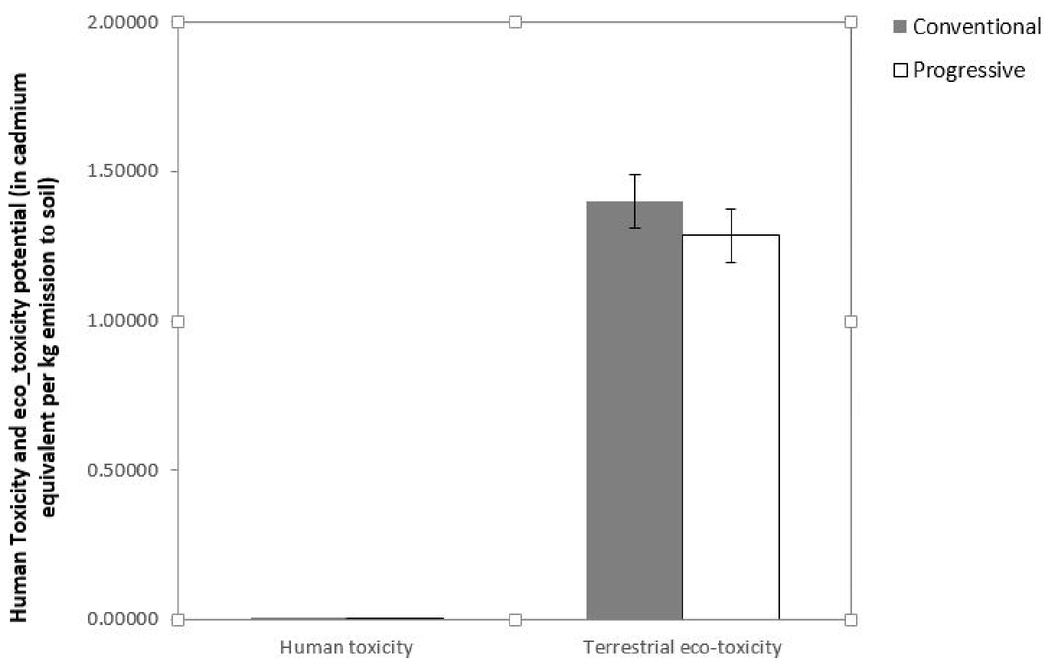


شکل 5- پتانسیل تخلیه منابع غیرزنده (بر حسب کیلوگرم یا مترمکعب به‌ازای یک واحد کارکردی) در نظام‌های رایج و پیشرو تولید گندم زمستانه در دشت میامی

Fig. 5- Depletion of abiotic resources potential (in kg or m^3 per functional unit) agroecosystem conventional and progressive

بیش‌ترین استفاده گازوئیل برای بوم‌نظام‌های رایج 2/54 مترمکعب در هکتار و برای بوم‌نظام‌ها زراعی پیشرو 1/53 مترمکعب در هکتار است، استفاده آگاهانه از ماشین‌آلات مناسب در مراحل پیش از کاشت، کاشت و برداشت تأثیر زیادی در به‌دست آوردن این نتایج داشته است. هم‌چنین منابع تجدیدناپذیر دیگری چون سنگ فسفات و پتاس به‌ترتیب در بوم‌نظام‌های زراعی رایج 6/75 و 3/39 بوده و برای بوم‌نظام‌های پیشرو این میزان برای فسفات 5.25 و برای پتاس 2/43 به‌دست آمده است این در حالی است که میزان استفاده از کودهای شیمیایی با آگاهی تأثیرات فراوانی بر این گروه تأثیر داشته است.

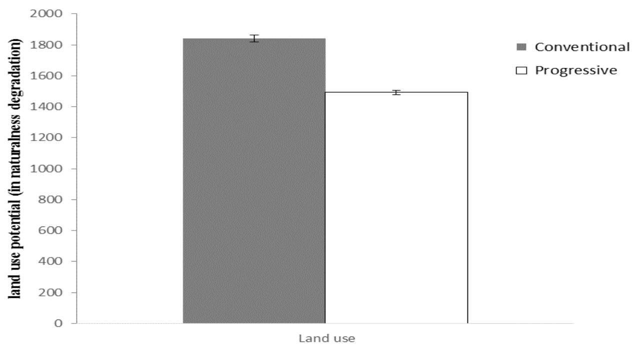
سمیت: تأثیر مواد سمی بر انسان در بوم‌نظام خشکی استفاده شد. از انواع فلزات سنگین تنها به مطالعه سمیت کادمیم (به‌عنوان ناخالصی در کودهای فسفره) را مورد ارزیابی قرار دادیم. به‌ازای مصرف هر 99 کیلوگرم P_2O_5 در خاک 6803/8 میلی‌گرم کادمیم در خاک منتشر می‌شود (Zeinali, 2009). تأثیر این فلز سنگین برای انسان و بوم‌نظام‌های خشکی در مدیریت رایج به‌ترتیب 0/00033 و 1/40200 بوده و برای بوم‌نظام‌های زراعی با مدیریت پیشرو به‌میزان 0/00030 و 1/28501 می‌باشد. میزان سمیت‌زایی تولید یک تن ذرت را برای انسان $3/93\times10^{-6}$ DALY و میزان سمیت‌زایی برای بوم‌نظام خشکی را 0/17 کیلوگرم ماده مرجع 1 و 4- دی کلرو بنزن برآورد کرد (Khorramdel, 2012). با توجه به نتایج در می‌یابیم که میزان استفاده دقیق‌تر در بوم‌نظام‌های کشاورزی می‌تواند میزان سمیت‌های انسانی و بوم‌نظام‌های زراعی خشکی را پایین‌تر آورده و در به رسیدن به کشاورزی پایدار و سلامت انسانی کمک نمود. در شکل زیر به تفکیک میزان سمیت انسانی و بوم‌نظام‌های خشکی به‌ازای یک کیلوگرم کادمیم محاسبه شده است.



شکل 6- پتانسیل سمیت انسانی و بوم‌نظام خشکی معادل کیلوگرم کادمیم (به‌ازای یک واحد کارکردی) نظام‌های رایج و پیشرو تولید گندم زمستانه در دشت میامی

Fig. 6- Human Toxicity and eco-toxicity potential (in cadmium perfunctional unit) agroecosystem conventional and progressive of winter wheat in Mayamey plain

کاربری اراضی: این گروه اثرات زیست‌محیطی استفاده و تغییر شکل و نحوه کاربری زمین برای اهداف انسانی را مورد ارزیابی قرار می‌دهد (Brentrup et al., 2004b). نتایج نشان می‌دهد برای تولید یک تن گندم زمستانه در یک سال زراعی 1840 متر مربع زمین در بوم‌نظام‌های زراعی رایج و 1493/3 مترمربع در بوم‌نظام زراعی پیشرومورد استفاده قرار می‌گیرد که از دسترس سایر موجودات زنده خارج می‌شود. با ارزیابی پتانسیل تخریب منابع‌طبیعی و تغییر کاربری اراضی را در گرگان برابر 1219 مترمربع زمین مورد نیاز برای تولید یک تن گندم گزارش شد، این در حالی است که برای تولید یک تن گندم در فرانسه و آلمان به‌ترتیب 1481 و 1432 متر مربع نیاز می‌باشد (Soltani et al., 2010).



شکل 7- پتانسیل تخریب اراضی (معادل تخریب منابع طبیعی به‌ازای یک واحد کارکردی) نظام‌های رایج و پیشرو تولید گندم زمستانه در دشت میامی

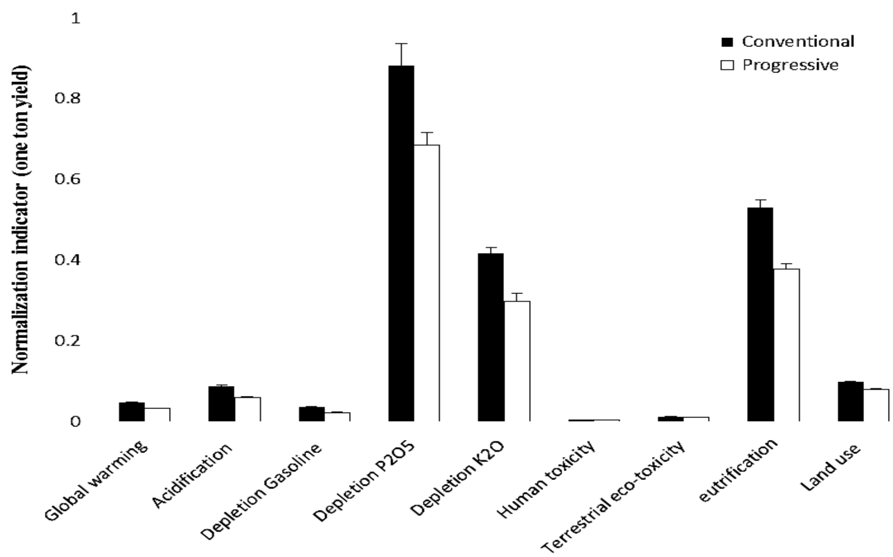
Fig. 7- Land use (in naturalness degradation per functional unit) agroecosystem conventional and progressive of winter wheat in Mayamey plain

شاخص نرمال‌شده: با توجه به شکل 8 که نشان‌دهنده شاخص نرمال‌شده برای هر یک از گروه‌های تأثیر در بوم‌نظام‌های زراعی با مدیریت رایج و پیشرو است، بیش‌ترین اثرات زیست‌محیطی برای بوم‌نظام‌های رایج مشاهده شد. مؤثرترین گروه اثرات زیست‌محیطی برای هر دو بوم‌نظام زراعی تخلیه سنگ فسفات در مدیریت رایج و پیشرو بوم‌نظام‌های زراعی به‌ترتیب با 0/88 و 0/69 به‌ازای تولید یک تن گندم زمستانه به‌دست آمد. براساس مطالعات شاخص‌های زیست‌محیطی که به بررسی اثرات زیست‌محیطی انتشار آلاینده‌ها به محیط زیست می‌پردازد (Brentrup et al., 2004b). اثرات زیست‌محیطی هم‌چون گرمایش جهانی، اسیدی شدن، اوتریفیکاسیون خشکی، تخلیه منابعی همچون (گازوئیل، سنگ فسفات و پتاس)، سمیت انسانی، سمیت بوم‌نظام خشکی و تغییر کاربری اراضی به‌ترتیب برای بوم‌نظام‌های زراعی با مدیریت رایج 0/05، 0/09، 0/53، 0/09، 0/88، 0/42، 0/0043، 0/012 و 0/10 به‌ازای تولید یک تن گندم زمستانه می‌باشد این در حالی است که این گروه‌های تأثیر برای بوم‌نظام‌های زراعی دارای مدیریت پیشرو 0/03، 0/06، 0/38، 0/02، 0/69، 0/30، 0/69، 0/011 و 0/08 به‌ازای تولید یک تن گندم زمستانه به‌دست آمده است.

شاخص بوم شناخت: بالاترین میزان شاخص بوم‌شناخت در نظام‌های تولیدی گندم زمستانه در دشت میامی برای مدیریت رایج بوم‌نظام زراعی تخلیه سنگ فسفات با 1/06 و برای بوم‌نظام با مدیریت پیشرو 0/82 Ecox به‌ازای تولید یک تن دانه گندم زمستانه حاصل شده است. سهم گروه‌های تأثیر گرمایش جهانی، اسیدی شدن، اوتریفیکاسیون خشکی، تخلیه منابع تجدیدناپذیر (گازوئیل، فسفات، پتاس)، سمیت و کاربری اراضی در بوم‌نظام‌های با مدیریت رایج به‌ترتیب 0/050، 0/019، 0/159، 0/019 ، 0/125، 1/057 و 0/099 به‌دست آمده و این در حالی است که برای بوم‌نظام‌های زراعی با مدیریت پیشرو 0/038، 0/013، 0/11، 0/004، 0/82، 0/086 و 0/080 می‌باشد.

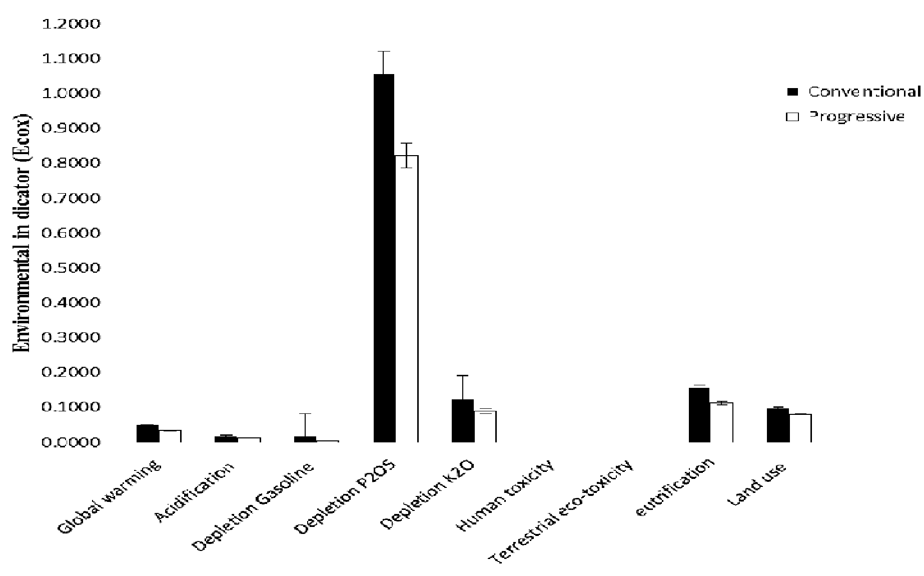
با نتایج شاخص بوم‌شناختی شاهد آن هستیم که افزایش عملکرد الزاماً در تضاد با مشکلات زیست‌محیطی نیست. مصرف ناآگاهانه و بیش از حد انواع کودهای مختلف و نهاده‌های شیمیایی و سوخت با

انتشار آلاینده‌های بیش‌تر به محیط زیست موجب تشدید آلودگی‌های زیست‌محیطی خواهد شد. بنابراین، پیشنهاد شده است هنگام استفاده از نهاده‌ها و یارانه‌های مزرعه‌ای به شرایط اقلیمی و خصوصیات خاک نیز توجه قرار گیرد (Brentrup et al., 2004b). با ارزیابی بوم‌نظام-های زراعی با روش ارزیابی چرخه‌حیات میزان کم‌تر مصرف کود، شاخص بوم‌شناختی را پایین آورده، درحالی‌که با افزایش مصرف کود، این شاخص بالاتر رفته است (Brentrup et al., 2004b).



شکل 8- شاخص نرمال‌شده مقایسه دو بوم‌نظام زراعی با مدیریت رایج و مدیریت پیشرو به‌ازای تولید یک تن محصول تولیدی

Fig. 8- Normalizad indicator per ton yield for comparing two agroecosystem with conventional management and progressive management



شکل 9- مجموع بوم‌شناخت برای بوم‌نظام‌های زراعی با مدیریت رایج (الف) و مدیریت پیشرو (ب) به‌ازای تولید یک تن محصول تولیدی

Fig. 9- Environmental indicator per ton yield for comparing two agroecosystem with conventional management and progressive management

نتیجه‌گیری

شاخص‌های زیست‌محیطی محاسبه‌شده بیان می‌کنند که مدیریت پیشرو نسبت به مدیریت رایج اثرات زیست‌محیطی کم‌تری تولید می‌کند. در مدیریت رایج شاخص‌های نرمال‌شده تمامی نسبت به مدیریت پیشرو بیش‌تر بوده است. ارزیابی چرخه‌حیات نشان داد، که در بخش مدیریت مزرعه‌ای، بالاترین میزان اثرات زیست‌محیطی، به ترتیب ناشی از مصرف کودهای فسفاته، کود پتاس و اوتریفیکاسیون ناشی از کودهای نیتروژن‌دار در مدیریت پیشرو و رایج بوده است. مدیریت مصرف کودهای شیمیایی بر کاهش برخی از شاخص‌های زیست‌محیطی، تحقیقاتی برای تعیین مقدار مناسب کود شیمیایی مورد نیاز خاک با استفاده از آزمون خاک نقش بسیاری در کاهش آلاینده-های زیست‌محیطی در منطقه مورد مطالعه دارد.

منابع

1. Amiri, S.R., and Rezvani Moghaddam, P. 2016. Study and economic analysis of energy inputs and outputs in the city of Zarand in Kerman pistachio production ecosystems. Journal of Agroecology 8(3): 452-462. (In Persian with English Summary)
2. Andersson, K., Ohlsson T., and Olsson, P. 1994. Life cycle assessment (LCA) of food products and production systems. Trends in Food Science and Technology 5: 134–138.
3. Barker-Reid, F., Gates, W.P., Wilson, K., Baigent, R., Galbally, I.E., Meyer, C.P., Weeks, I.A., and Eckard, R.J. 2005. Soil nitrous oxide emission from rainfed wheat in SE Australia. In: A. van Amsted (Ed). Non-CO_2 greenhouse gases (NCGG-4). Utrecht, the Netherlands: Mill Press.
4. Barton, L., Kiese, R., Gatter, D., Butterbach-bahl, K., Buck, R., Hinz, C., and Murphy, D. 2008. Nitrous oxide emissions from a cropped soil in a semi-arid climate. Glob. Change Biology 14: 17 192.
5. Braschkat, J., Patyk, A., Quirin, M., Reinhardt, G.A. 2003. Life cycle assessment of bread production–a comparison of eight different scenarios. In: Proceedings of the Fourth International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-Food Sector, October 6-8, Bygholm, Denmark. P. 9-16.
6. Brentrup, F., Kusters, J., Kuhlmann, H., and Lammel, J. 2001. Application of the life cycle assessment methodology to agricultural production: an example of sugar beet production with different forms of nitrogen fertilisers. European. Journal of. Agronomy 14: 221-233.
7. Brentrup, F. 2003. Life cycle assessment to evaluate the environmental impact of arable crop production, Ph.D. Dissertation, University of Hannover, Germany.
8. Brentrup, F., Kusters, J., Kuhlmann, H., and Lammel, J. 2004a. Environmental impacts assessment of agricultural production systems using the life cycle assessment methodology. I. Theorical concept of a LCA method tailored to crop production. European Journal of Agronomy 20: 247-264.
9. Brentrup, F., Kusters, J., Lammel, J., Barraclough, P., and Kuhlmann, H. 2004b. Environmental impacts assessment of agricultural production systems using the life cycle assessment (LCA) methodology. II. The application to N fertilizer use in winter wheat production systems. European Journal of Agronomy 20: 265-279.
10. Bouwman, A.F. 1990. Exchange of greenhouse gases between terrestrial ecosystems and the atmosphere. Soils and the greenhouse effect. Chichester: Wiley.

11. Crutzen, P.J. 1981. Atmospheric chemical processes of the oxides of nitrogen, including nitrous oxide. In: C.C. Delwiche (Ed.), Denitrification, nitrification, and atmospheric nitrous oxide. New York: Wiley.

12. Cooper, J.M., Butler, G., and Leifert, C. 2011. Life cycle analysis of greenhouse gas emissions from organic and conventional food production systems, with an without bio-energy options. NJAS Wagening. Journal of Life Sciences 58:185-192.

13. Fallahpour, F., Aminghafouri, A., GhalegolabBehbahani, A., and Bannayan, M. 2012. The environmental impact assessment of wheat and barley production by using life cycle assessment (LCA) methodology. Environment, Development and. Sustainability 14: 979-992.

14. FAO. 2003. World Agriculture: Towards 2015/2030. An FAO Perspective. http://www.fao.orgFinkbeiner, M., Inaba, A., Tan, R.B.H., Christiansen, K. and Klüppel, H.J. 2006. The new international standards for life cycle assessment: ISO 14040 and ISO 14044. International Journal of Life Cycle Assessment 11: 80–85.

15. Finkbeiner, M., Inaba A., Tan, R.B.H., Christiansen, K., and Klüppel, H.J. 2006. The new international standards for life cycle assessment: ISO 14040 and ISO 14044. International Journal of Life Cycle Assessment 1(2): 80–85.

16. Gasol, C.M. Gabarrell, X., Anton, A., Rigola, M., Carrasco, J., Ciria, P., Solano, M.L., and Rieradevall, J. 2007. Life cycle assessment of a Brassica carinata bioenergy cropping system in southern Europe. Biomass and Bioenergy 31(8): 543-555.

17. Goebes, M.D., Strader, R., and Davidson, C. 2003. An ammonia emission inventory for fertilizer application in the United States. Atmospheric Environment 37(18): 2539-2550.

18. Hjjar poor, A., Miqdad, N., Soltani, A., and Prosper, B. 2016. Evaluation of adaptation strategies for future climate change Dymbh peas in Zanjan province. Journal of Agroecology 8(2):169-181. (In Persian with English Summary)

19. Hayashi, K. 2005. Practical implications of functional units in life cycle assessment for horticulture: Intensiveness and environmental impacts (Vol. 1, pp. 368–371). LCM2005: Innovation by Life Cycle Management: Barcelona, Spain.

20. ISO (International Organization for Standardization). 1997. Environmental management-Life cycle assessment-Principles and framework. International Standard ISO 14040, ISO, Geneva.

21. ISO (International Organization for Standardization). 2006. ISO 14040: 2006 (E) Environmental Management–Life Cycle Assessment– Principles and Framework.

22. Kazemi, H., Alizade, P., and Nahbandan, A. 2016. Check rainfed wheat fields and blue energy flow in this city under two tillage methods. Journal of Agroecology 8(2): 281-295. (In Persian with English Summary)

23. Khan, S., Khan, M.A., and Latif, N. 2010. Energy requirements and economic analysis of wheat, rice and barley production in Australia. The Soil Environment 29:61–68.

24. Khorramdel, S. 2012. Evaluation of the potential of carbon sequestration and Life Cycle Assessment (LCA) approach in different management systems for corn. PhD Thesis, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)

25. Khorramdel, S., Rezvani Moghaddam, P., and Amin Ghafori, A. 2014. Evaluation of environmental impacts for

wheat agroecosystems of Iran by using life cycle assessment methodology. Cereal Research 4(1): 27-44. (In Persian with English Summary)

26. Mirhaji, H., Khojastehpour, M., Abaspour-fard, M.H., and Mahdavi Shahri, S.M. 2012. Environmental impact study of sugar beet production using life cycle assessment in Khorasan province. Journal of Agroecology 4: 112-120. (In Persian with English Summary).

27. Mirhaji, H., Khojastehpour, M., and Abaspour-Fard, M.H. 2013. Environmental effects of wheat production in the Marvdasht region. Journal of Natural Environment 66 (2): 223-232 (In Persian with English Summary)

28. Mollafilabi, A., Khorramdel, S., Amin Ghafori, A., and Hosseini, M. 2014. Evaluation of environmenta impacts for saffron agroecosystems of Khorasan based on nitrogen fertilizer by using Life Cycle Assessment (LCA). Journal of Saffron Research 2(2): 165-179. (In Persian with English Summary)

29. Monti, A., Fazio, S., and Venturi, G. 2009. Cradle-to-farm gate life cycle assessment in perennial energy crops. European. Journal of Agronomy 31: 77-84.

30. Moudrý, J., Jelínková, Z., Plch, R., Moudrý, J., Konvalina, P., and Hyšpler, R. 2013. The emissions of greenhouse gases produced during growing and processing of wheat products in the Czech Republic. Journal of Food, Agriculture and Environment 11 (1): 1133-1136.

31. Nassiri Mahallati, M., and Koocheki, A. 2018. Life cycle assessment (LCA) for wheat (*Triticum aestivum* L.) production systems of Iran: Comparison of inputs level. Journal of Agroecology 9(4): 972-999. (In Persian with English Summary)

32. Nikkhah, A., Taheri-Rad, A., Khojastehpour, M., Emadi, B., and Payman, S.H. 2014a. Environmental impacts of peanut production in Astaneh Ashrafiyeh of Guilan province. Journal of Agroecology 6(2): 373-282. (In Persian with English Summary)

33. OECD. 2001. Environmental Indicators for Agriculture–Methods and Results, vol. 3. OECD Publications, Paris, France, pp. 409.

34. Romero-Gomez, M., Suarez-Rey, E.M., Anton, A., Castilla, N., and Soriano, T. 2012. Environmental impact of screenhouse and open-field cultivation using a life cycle analysis: the case study of green bean production. Jornal of Cleaner Production 28: 63-69.

35. Roy, P., Shimizu, N., and Kimura, T. 2005. Life cycle inventory analysis of rice produced by local processes. Journal of JSAM 67(1):61–67.

36. Schröder, J.J., Aarts, H.F.M., Ten Berge, H.F.M., Van Keulen, H., and Neeteson, J.J. 2003. An evaluation of whole-farm nitrogen balances and related indices for efficient nitrogen use. European Journal of Agronomy 20: 33-44.

37. Soltani, A., Rajabi, M.H., Zeinali, E., and Soltani, E., 2010. Evaluation of environmental impact of crop production using LCA: wheat in Gorgan. EJCP 3(3): 201-218 (In Persian with English Summary)

38. Snyder, C.S., Bruulsema, T.W., Jensen, T.L., and Fixen, P.E. 2009. Review of greenhouse gas emissions from crop production systems and fertilizer management effects. Agriculture, Ecosystems and Environment 133(3–4): 247.

39. Taheri-Garavand, A., Asakereh, A., and Haghani, K. 2010. Energy elevation and economic analysis of canola production in Iran a case study: Mazandaran province. International Journal of Environmental Sciences 1: 236-242.

40. Tripathi, R.S., and Sah, V.K. 2001. Material and energy-flow in high-hill, midhill and village farming systems of Garhwal Himalaya. Agriculture Ecosystems and Environment 86(1):75-91.

41. Tzilivakis, J., Warner, D.J., May, M., Lewis, K.A., and Jaggard, K. 2005. An assessment of the energy inputs and greenhouse gas emissions in sugar beet (Beta vulgaris) production in the UK. Agricultural Systems 85: 101-119.

42. Vandermeer, J. 2011. The Ecology of Agroecosystems. Jones and BartlettLearning, Science. 387 pp.

43. Zeinali, E. 2009. Wheat nitrogen nutrition in Gorgan; agronomical, physiological, and environmental aspects. PhD Thesis, Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 201 p. (In Persian with English Summary)

Journal of Agroecology
Vol. 11, No.3, Fall 2019, p. 807-825

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 11، شماره 3، پاییز 1398، ص 825-807

Environmental Impacts of Progressive and Conventional Management in Winter Wheat Cropping System of Mayamey Plain in Shahrood, Using the Lifecycle Assessment Methodology

M. Hojati[1*], H.R. Asghari[2] and A. Akhyani[3]
Submitted: 06-05-2017
Accepted: 20-06-2018

Hojati, M., Asghari, H.R., and Akhyani, A. 2019. Environmental impacts of progressive and conventional management in winter wheat cropping system of mayamey plain in Shahrood, using the lifecycle assessment methodology. Journal of Agroecology. 11(3): 807-825.

Introduction

Food security in parallel with the preservation of environment and natural resources, has become a critical issue in the world. Wheat as the main food for human has allocated the high cultivation area each year in the world and in Iran as well. Agricultural systems due to the consumption of fossil fuels and chemical output has introduced as the biggest consumers of energy and natural resources, also it has contributed serious role in bio environment problems (Roy et al., 2005). The environment seeks a system to provide the necessities of current generation, as well as prevention of resources s for the next generation. To study the positive and negative effects of cropping systems, the researchers have introduced multiple methods to study bio environment effects. In this regard, one of the best method is the life cycle assessment (LCA). Management method plays critical role in bio environment effects of cropping systems. LCA study of wheat frequency has conducted in Iran and the world. This study compares two conventional and progressive cropping management systems of winter wheat in Mayamey farms in Shahrood city using the life cycle assessment method.

Materials and Methods

Life cycle assessment (LCA) was conducted using data of winter wheat fields in Mayamey, (Shahrood city) with two conventional and progressive management methods. LCA includes four steps (purpose definition, study practice area, assessment the effect of life cycle ,results integration and interpretation). At the first step, the functional unit of one ton was determined, then data was classified, normalized and weighted, finally the indices of global warming, eutrophication of agro ecology, discharge potential for possible recyclable resources , poisoning and land use were analyzed .

Results and Discussion

The ecology index resulted from LCA method in progressive management is higher than conventional management. The emission rate of effective greenhouse gases for global heating potential index in the studied cropping systems is 461.98, 309.48 units equal to CO_2 kg for the conventional and progressive management of wheat fields respectively. Potential of acidification index in agroecosystems with different conventional and progressive managements are 4.43 and 3.13 units equal to SO_2 kg per functional unit. Results shown that the bioenvironment effects of eutrophication potential in dry systems in winter wheat production was 33.35 in conventional agroecosystem and 23.75 for progressive agroecosystem per NO_x kg dissemination . Results of discharge potential for possible recyclable resources shown the highest gas use is 2.54 $m^3.ha^{-1}$ in conventional agroecosystem and 1.53 $m^3.ha^{-1}$ in progressive agroecosystem respectively, while other non-renewable sources such as rock phosphate and potash were 6.75 and 3.39 in conventional afro ecology respectively and this amount was 5.25 for phosphate and 2.43 for potash in progressive agroecosystem. The study indicated that in conventional managed farm the poisoning effects of heavy metals cadmium for human and dry agroecosystem

---

1, 2 and 3- MSc student of Agroecology and Associate Professor, Department of Agriculture, Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology and Lecturer, Agricultural Research Center of Semnan Province (Shahroud), Shahroud, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: Hamidasghari@gmail.com)
Doi:10.22067/jag.v11i3.64237

were 0.00033 and 1.40200, respectively, where it was 0.00030 and 1.28501 in agroecosystem for progressive management. The occupied land for each ton of wheat was computed as 1840 for progressive management and 1493.3 m^3 for conventional management.

Conclusion

Results of LCA shown that phosphate resources depletion for discharge potential index of renewable resources and eutrophication of dry agroecosystem has more bioenvironment effects than other indices, also the results of both conventional and progressive management of winter wheat agroecosystem shown that the bio environment effects of progressive management has been more than the conventional management, while it is shown higher yield and the higher use of inputs don't mean higher yield necessarily. Results may be important for farmers and agriculture managers in the region in case of a sustainable management procedure.

Keywords: Environmental index, Eutrophication, Resource depletion